

Les déterminants de l'adoption des techniques de lutte contre l'érosion hydrique des sols en zone cotonnière du Cameroun

Y. GONDJEB¹, P. NJE², Michel HAVARD³

¹ Faculty of Economics, University of Yaoundé II, Cameroon, njedora@gmail.com

² IFCD, Institut de formation et de coopération pour le Développement, Yaoundé, Cameroun

³ UMR Innovation, Cirad-Es, TA C-85/15-73 avenue Jean-Francois Breton-34398 Montpellier, Cedex 5, France

Résumé — En zone cotonnière du Cameroun, l'érosion hydrique causée par l'intensité des pluies sur des sols peu couverts ayant une faible capacité d'infiltration s'accroît avec l'augmentation des superficies cultivées et la culture continue liée à une pression foncière croissante. Les pratiques culturales en vigueur s'avèrent inefficaces contre cette érosion. Depuis deux décennies, les aménagements antiérosifs sont diffusés pour lutter contre cette érosion des sols. La présente étude vise à mettre en évidence les facteurs qui conditionnent la diffusion optimale de ces aménagements, et plus spécifiquement, d'identifier ceux qui favorisent l'adoption desdites techniques par les producteurs. Elle se fonde sur les données d'une enquête effectuée dans le cadre du projet Eau-Sol-Arbre (ESA) entre 2008 et 2009, auprès de 303 producteurs de coton repartis sur 10 villages du bassin versant du lac Lagdo (région du Nord Cameroun). À l'aide d'un modèle Tobit, la perception de l'érosion par les producteurs a été identifiée. Les facteurs influençant l'adoption des aménagements par les producteurs sont la religion, l'ethnie, la main d'œuvre et la tenure foncière. Le niveau d'instruction, la durée des aménagements et la tenure foncière expliquent l'intensité de cette adoption. Cette étude établit en particulier l'importance de la sécurité foncière dans l'adoption des aménagements antiérosifs par les agriculteurs. Une prise en compte des impacts socio-économiques sur les producteurs de l'introduction de ces techniques doit guider des initiatives similaires dans la zone.

Abstract — In the cotton-growing area of Cameroon, water erosion caused by heavy rain on exposed soil with a poor seepage capacity is accentuated by the increase in cultivated surfaces and the practice of intensive agriculture due to higher land pressure. Prevailing farming techniques appear to be ineffective against erosion; they instead worsen the situation. For two decades now, anti-erosive measures have been disseminated in fighting this soil problem. This study aims at examining factors that determine the optimal dissemination of these measures and more specifically, identifying those that encourage the adoption of such techniques by farmers. It is based on data from a survey carried out in the framework of the ESA (Water-Soil-Tree) project between 2008 and 2009, on 303 cotton producers in 10 villages of Lake Lagdo watershed (Northern Region of Cameroon). Erosion perception by farmers was determined with following the Tobit model. Among factors influencing the adoption of measures by farmers are religion, ethnic group, labour and land tenure. The educational level, the duration of measures and land tenure also explain the level of adoption. This study points out the importance of land security for the optimal dissemination of anti-erosive measures among farmers. Taking into consideration the social and economic impacts of the introduction of these techniques on producers should guide similar initiatives in the area.

Introduction et objectifs

La zone soudano-sahélienne recouvre approximativement les régions du Nord et de l'Extrême-Nord du Cameroun, dans lesquelles est incluse la zone cotonnière (85 000 km²). D'une superficie de 10,2 millions d'hectares, dont 5,56 sont mis en culture, elle compte près de 2,7 millions d'habitants, parmi lesquels 77,6% de ruraux (www.irad.org). Dans le bassin versant alimentant le lac artificiel de Lagdo situé dans la région du Nord, la protection des sols est une préoccupation majeure. En effet, les caractéristiques de ces sols (teneur réduite en argile en surface, faibles taux de matière organique et d'azote, capacité de rétention d'eau limitée, PH légèrement acide) les rendent sensibles à l'érosion (Baboulé et al., 1993). L'action de l'homme (extension des surfaces cultivées, déboisement consécutif à l'arrivée des migrants, pratiques agricoles) est incriminée dans l'accentuation des phénomènes érosifs de ces sols.

Les activités agricoles jouent un rôle prépondérant dans les problèmes environnementaux dans cette zone. Aussi, la mise en place de projets de gestion durable des ressources naturelles et plus particulièrement des sols est indispensable. La Société de Développement du Coton du Cameroun (SODECOTON) s'est engagée sur cette voie en hébergeant le Projet Développement Paysanal et Gestion des Terroirs (DPGT) entre 1994 et 2002, puis le projet Eau-Sol-Arbe (ESA) depuis 2002 sur les aménagements antiérosifs (cordons pierreux, bandes enherbées ou boisées, ados en terre), visant la lutte contre la dégradation des sols et la restauration de leur fertilité.

La présente étude vise à identifier par une analyse statistique puis économétrique les facteurs de l'adoption des aménagements des agriculteurs dans le bassin versant du lac Lagdo. .

Méthodologie

Cadre conceptuel

L'adoption des nouvelles techniques par les agriculteurs passe par 4 étapes : la sensibilisation, l'intérêt, l'évaluation et enfin l'adoption (Rogers et Shoemaker, 1971). Elle est fonction des caractéristiques socio-économiques des ménages, de la disponibilité des ressources, des caractéristiques physiques de la terre et de l'appui institutionnel fourni par le secteur public ou les organisations non gouvernementales (Garcia, 2001 ; Mbagha-Semgalawe et Folmer, 2000 ; Paudel et Thapa, 2004). Les agriculteurs sont supposés comparer les avantages et la pertinence des différentes technologies de conservation des sols sur la base des ressources à leur disposition et de leur possibilité de profit. Le cadre conceptuel retenu dans le présent travail est celui du modèle d'adoption individuel des ménages agricoles qui se concentre à identifier chez les chefs d'exploitation les facteurs socio-personnels, économiques et institutionnels qui influencent leurs décision d'adoption des aménagements antiérosifs.

La zone d'étude

Une carte de la région du lac de Lagdo (Figure 1) permet d'identifier clairement son bassin versant. Le choix discriminatoire des 10 villages d'enquête sur les 117 de la zone d'intervention du projet ESA dans le bassin versant s'est basé sur l'ancienneté des aménagements (au moins 3 ans), la démographie relativement importante des villages (au moins 300 habitants), le degré élevé d'activité agricole et cotonnière notamment, la proximité relative avec le lac Lagdo (à un rayon de dix kilomètres), la vulnérabilité des sols à l'érosion, et les recommandations des agro-aménagistes et des agro-écologistes du projet. Les villages retenus traduisent la diversité des situations dans la zone.

Les aménagements sont réalisés sur le terrain à la demande des groupements de producteurs (GP) de coton après un travail d'animation et de sensibilisation des paysans effectué par les agents du projet ESA et éventuellement par des agents SODECOTON. Il s'agit d'amener les planteurs à travailler (labour, semis, buttage) leurs parcelles en courbe de niveau en y introduisant des dispositifs antiérosifs tels que les bandes (enherbées ou boisées), les cordons de pierres, les ados, biefs, suivant les milieux d'intervention.

D'autre part il est question d'amener les producteurs à s'approprier des techniques de lutte antiérosive vulgarisées à travers des relais villageois. A cet effet, les projets DPGT et ESA ont formé et forment des agents villageois d'aménagement et facilitent l'acquisition du matériel topographique par les GP. De plus, le projet Esa fournit souvent les semences pour les bandes enherbées et accorde un forfait de 300 FCFA par quart d'hectare aménagé au chef d'exploitation (CE) lors des campagnes de vulgarisation. Les CE participant au projet mettent leurs parcelles à la disposition des agro aménagistes, fournissent une grande partie des dispositifs antiérosifs, bandes enherbées, cordons pierreux, biefs, etc. La main d'œuvre est généralement constituée des membres de la famille du CE et d'autres CE. En dehors des périodes de campagne de vulgarisation, les agents villageois aménagistes sont rémunérés par le GP. La présente étude se base sur 3 types d'aménagements antiérosifs (bandes boisées ou enherbées, les cordons pierreux et les ados) réalisés en tenant compte du milieu. L'adoption est appréhendée de façon générale pour un producteur à partir du moment où il a réalisé au moins un type d'aménagement dans l'exploitation.

Echantillonnage et collecte des données

Les données primaires sont issues des enquêtes auprès des producteurs de coton du bassin versant du lac Lagdo. Le tirage systématique utilisé pour sélectionner les producteurs s'est appuyé sur la liste des producteurs (base de sondage) fournie par les différents GP des villages sélectionnés. L'utilisation des GP est justifiée, car la majorité des producteurs de coton en fait partie. Chaque membre du GP était identifié par un numéro dans la liste et ces numéros étaient alignés les uns à la suite des autres. Un pas de tirage a été calculé en divisant le nombre total de producteurs des GP sélectionnés par le nombre de producteurs à interviewer. Le nombre total de producteurs était de 1650 pour 303 interviewés, soit un pas de 5,5. Etablie à l'avance, cette liste des 303 numéros à interviewer a permis d'identifier et d'enquêter les producteurs ayant les numéros correspondants.

Analyses statistique et économétrique des variables

L'analyse descriptive des tableaux permet de décrire les variables candidates à l'explication de l'adoption. L'analyse économétrique quant à elle établit l'influence avérée de certaines variables candidates à l'explication de l'adoption des aménagements et de l'intensité d'adoption (c'est la surface aménagée divisée par la surface totale). Cette analyse économétrique apporte des informations supplémentaires, susceptibles d'aider à une meilleure compréhension de l'adoption des aménagements par les CE, sur la base des variables décrites dans l'analyse statistique. La démarche économétrique met en évidence les déterminants de la probabilité d'adoption des techniques de conservation des sols et de l'intensité d'adoption. La recherche de ces variables explicatives considère que la probabilité d'accepter les aménagements antiérosifs est fonction des caractéristiques socio personnelles, économiques et institutionnelles du CE. Pour cette recherche, le modèle Tobit (1958)¹ est testé par la méthode

¹ C'est un modèle de régression à variable dépendante limitée c'est-à-dire dans lequel la variable à expliquer n'est observée que sur un intervalle. Selon que les variables explicatives sont disponibles ou non on parle de modèles tronqués ou censurés. Il est préféré au modèle Probit dans cette étude parce qu'il permet à la fois d'expliquer l'adoption en intégrant toute la population étudiée et l'intensité en se concentrant uniquement sur la sous population des CE qui ont adopté les aménagements. On parle de censure.

Les résultats obtenus sont évalués sur la base des exigences statistiques (signification des paramètres estimés, le coefficient de détermination, la normalité des erreurs et l'absence de colinéarité) et des observations empiriques en relation avec les hypothèses formulées (signes des variables explicatives). Le modèle Tobit est un modèle qui prend en compte la censure des données concernant l'intensité en supposant qu'à la fois les déterminants et leurs effets sont identiques pour la probabilité et pour l'intensité d'adoption (Tobin, 1958).

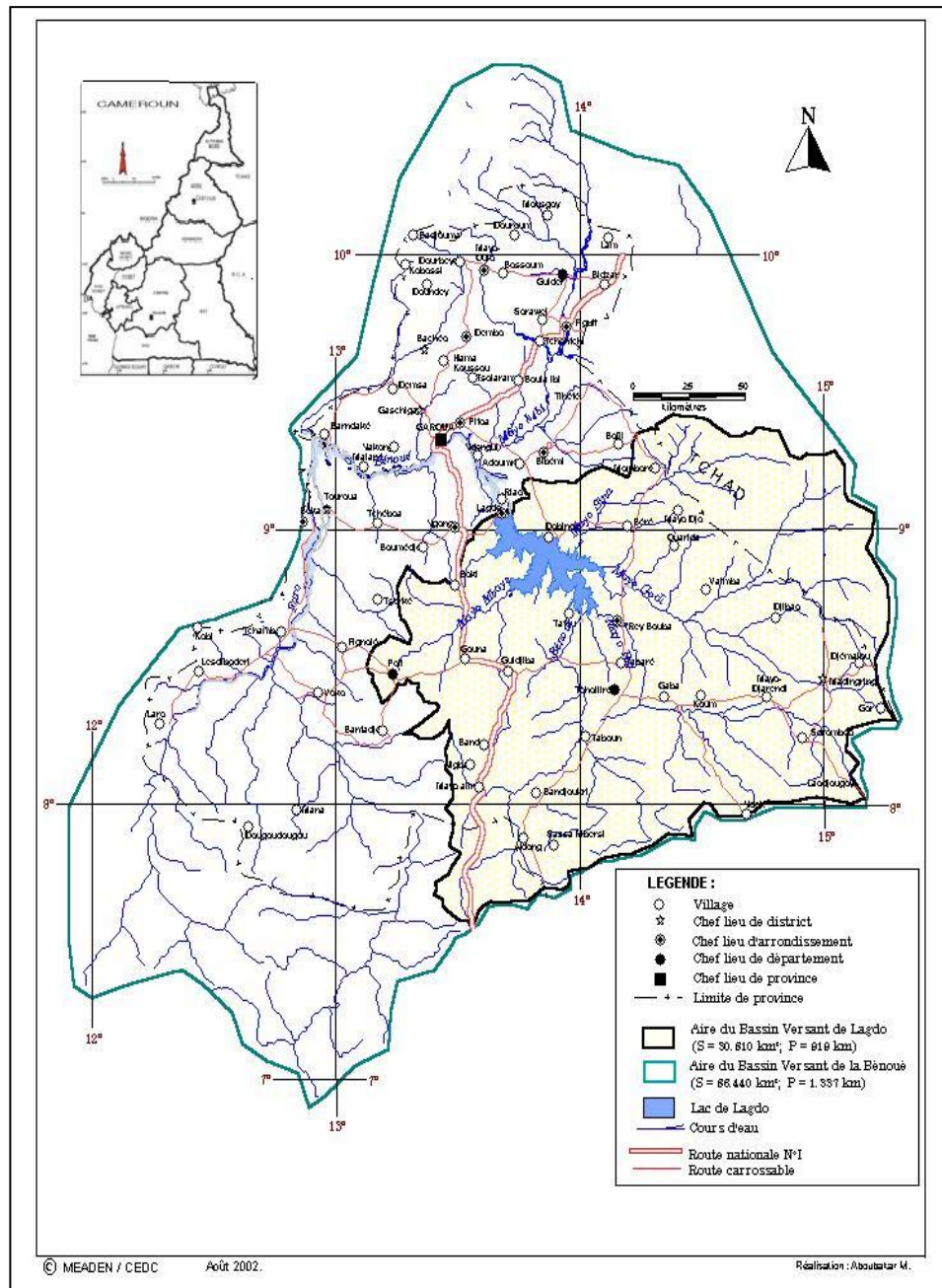


Figure 1 : Situation du bassin versant de Lagdo et des 10 villages de l'enquête.
Il peut se définir comme suit:

$$\begin{cases} y_i^* = x_i \beta + \xi_i \\ y_i = y_i^* \text{ si } y_i^* > 0 \\ 0 \text{ sinon} \end{cases}$$

y_i^* est une variable latente observée seulement quand elle est positive, ξ_i est normalement distribuée : $\xi_i \sim N(0, \sigma^2)$. Le modèle tobit est habituellement estimé par le maximum de vraisemblance. La fonction de log vraisemblance de l'échantillon s'écrit en combinant les deux probabilités :

$$\sum_{y_i=0} \log(\Phi(-\frac{1}{\sigma}x_i\beta)) + \sum_{y_i>0} \log\left(\frac{1}{\sigma}\phi\left(\frac{1}{\sigma}(y_i - x_i\beta)\right)\right)$$

Afin de contrôler le problème de biais de sélection d'échantillon qui se pose souvent, l'estimation par la méthode proposée par Heckman (1979) est souvent utilisée à la place d'une estimation du maximum de vraisemblance. Le modèle en deux étapes d'Heckman est constitué de la manière suivante. En premier lieu, il est nécessaire d'estimer la probabilité d'adoption au travers d'un modèle probit. La seconde étape consiste à réaliser l'estimation inconditionnelle de l'intensité d'adoption. Cette estimation est obtenue par les Moindre carrés ordinaires (MCO) à l'aide des observations pour lesquelles $y_i > 0$ et en intégrant le lambda estimé comme variable explicative.

Résultats

Les caractéristiques des CE ayant adopté les aménagements

Les caractéristiques socio personnelles des CE sont appréhendées à travers, l'âge, l'ethnie, la religion, le niveau d'instruction, la situation matrimoniale et la perception des problèmes d'érosion (Tableau 1).

L'âge moyen des CE tourne autour de 40 ans, à l'instar de l'étude de Kossoumna et Havard (2006) menée sur des villages des régions de l'Extrême-Nord (Balaza domayo, Gadas, Mowo) et du Nord (Mafa kilda et Fignolé situés dans le Bassin du Lac Lagdo). Les moins de 35 ans et de 44 ans sont les plus nombreux, Cependant, ce sont les 35-44 ans et les plus de 44 ans qui ont le plus d'individus ayant aménagés leurs parcelles, Il ne semble pas exister de corrélation entre l'âge des CE et leur comportement d'adoption.

Les principaux groupes ethniques rencontrés dans les villages de l'étude sont des migrants venus de l'extrême Nord et du Tchad. L'étude effectuée par Seugé (2004) dans les villages de Laindé Massa et Ouro labbo3 dans la même zone identifie le manque de terre, l'infertilité des terres dans les zones d'origine, le chômage, ou tout simplement la poursuite d'un parent comme raisons de ces migrations évoquées par les habitants. Les Toupouri, groupe ethnique le plus important de l'échantillon étudié, ont le taux d'adoption des aménagements le moins élevé Alors que pour les Mafa moins nombreux ce taux d'adoption est le plus élevé Le groupe ethnique du CE paraît pertinent dans l'explication de son aptitude à adopter des aménagements.

L'échantillon étudié révèle une forte proportion de chrétiens, majoritaires dans les groupes ethniques ayant émigré dans la zone. L'appartenance à un groupe religieux semble influencer l'adoption des aménagements : les chrétiens et les musulmans ont des taux d'adoption supérieurs à la moyenne générale pour tout l'échantillon. La transmission des messages importants lors des cultes et activités religieuses pourrait expliquer ces résultats. De plus les

individus d'une même ethnie appartiennent souvent au même groupe religieux. Ce repli identitaire s'explique également par le fait que ces populations immigrées s'appuient d'abord sur un parent ou une connaissance religieuse à leur arrivée. A ce jeu les musulmans pourtant moins nombreux semblent les plus rôdés, car ils ont le taux d'adoption le plus élevé

Les mariés, polygames et monogames confondus représentant 89,4% de l'échantillon, sont les plus nombreux à avoir des aménagements, 53,5% chez les monogames et 55,4% chez leur homologues polygames contre 46,5% chez ceux qui n'ont jamais été mariés. La polygamie paraît induire davantage les aménagements. L'idée de la recherche d'une main d'œuvre abondante et gratuite dans les exploitations semble se positionner pour expliquer cette situation.

La moitié environ des CE de l'échantillon étudié est consciente des problèmes d'érosion. Ceci rejoint l'étude menée par M'biandoum et Olina (2007) portant sur les critères utilisés par les paysans du Nord Cameroun pour déterminer le niveau de fertilité des terres. Les CE conscients des problèmes d'érosion sont plus nombreux que les autres CE à posséder des aménagements. La perception des problèmes d'érosion semble donc avoir une influence positive sur l'adoption des aménagements. Les CE qui aménagent leurs parcelles bien que pas conscients des problèmes d'érosion le font sans doute par mimétisme ; dans la mesure où l'on a observé des parcelles aménagées et malheureusement inondées chez certains CE.

Le niveau d'instruction des CE est très bas : près de trois quarts (73%) d'entre eux ont un niveau inférieur au secondaire parmi lesquels 37% n'ont aucun niveau. Le niveau d'instruction paraît impacter positivement les aménagements car les producteurs ayant été à l'école adoptent plus les aménagements (55,0%) chez ceux ayant fait des études primaires et 57,3% chez leurs homologues ayant au moins le niveau du secondaire) que la moyenne générale de 54,1%. Ce taux est de 50,9% chez les exploitants sans niveau.

Les caractéristiques économiques retenues s'observent à partir de la taille des ménages, l'éventuelle activité secondaire des CE, leurs revenus annuels bruts agricoles et non agricoles, l'accès au marché et la surface de la terre (Tableau2).

En moyenne, un ménage compte 7 membres alors que la moyenne nationale est de 4,4 (ECAM3, 2008). Les groupes ethniques viennent principalement de la région de l'Extrême Nord, la plus peuplée du Cameroun, et où traditionnellement, les ménages comptent beaucoup d'individus. Les ménages avec plus de 9 personnes ont un pourcentage d'aménagements (63,2%) supérieur à la moyenne générale de l'échantillon. Un ménage de grande taille paraît donc plus disponible à investir dans les techniques de conservation de sol.

Près de deux tiers (65,3%) des CE interrogés ont comme activité dominante l'agriculture. Mais pratiquement tous développent des activités extra agricoles (petit commerce, vente de bil bil, etc.). L'exercice d'une activité en dehors de l'agriculture ne semble pas inciter les producteurs à adopter les aménagements antiérosifs.

Le revenu annuel brut de coton est inférieur à 200 000 Fcfa pour trois quarts des producteurs interrogés et supérieur à 500 000 FCFA pour 4 % d'entre eux. Les taux d'adoption des aménagements sont inférieurs à la moyenne générale, pour les individus ayant moins de 100 000 FCFA et ceux ayant entre 200 000 et 300 000 FCFA de revenu et supérieurs à la moyenne générale, pour les classes de revenus comprises entre 300 000 et 400 000 FCFA et supérieurs à 500 000 Fcfa. Mais la relation entre les taux des producteurs ayant aménagé leurs parcelles et le revenu global n'est pas linéaire. Le revenu qu'il soit agricole ou non agricole ne paraît pas à cette étape de l'analyse agir sur les aménagements antiérosifs.

L'accès au marché est appréhendé par l'état de la route qui relie les exploitations au marché le plus proche. La majorité des producteurs interrogés (63,4%) estiment que la route qui mène à

leurs exploitations est en bon état et donc susceptible de faciliter le transport des marchandises. En effet, les routes principales sont entretenues par la SODECOTON lors des campagnes d'achat de la production du coton. L'état de la route ne semble pas départager les CE en termes d'aménagements.

Les CE qui exploitent plus de 4 ha pour l'agriculture sont plus nombreux à avoir des aménagements que la moyenne générale. Détenir beaucoup de terre confère au CE une relative sécurité foncière qui peut lui permettre d'investir dans les aménagements.

Les caractéristiques institutionnelles prises en compte sont l'accès des CE au crédit agricole, la tenure foncière ainsi que l'assistance aux fins agricoles qu'ils reçoivent (tableau 3).

Le crédit disponible pour le CE peut aider les ménages ruraux à accroître leur production et leur consommation (He Feng et al. 2007). Le crédit pour les intrants et les équipements agricoles, provient principalement de la SODECOTON. Les CE ayant reçu du crédit ont un taux de parcelles aménagées dans leurs exploitations supérieur à la moyenne. Ce qui laisse penser à tort que l'accès au crédit favorise les aménagements; puisque les CE ne prennent pas de crédit pour les aménagements.

La tenure foncière est appréhendée à travers les divers modes d'accès à la terre dans la zone d'étude : la succession, le don, la location, l'achat et le droit de hache (le CE a défriché la parcelle). Un même CE peut obtenir deux parcelles par des modes différents. Plus de trois quarts des CE ayant déclaré le droit de hache comme seul mode d'obtention sur toutes leurs parcelles, sont les plus nombreux à avoir des aménagements, car ils se considèrent comme propriétaires à part entière des parcelles qu'ils exploitent. Ils peuvent y investir sans risque de s'en voir déposséder.

L'assistance agricole prend trois formes de soutien matériel (aide en charrue, intrants, etc.), technique (agents SODECOTON et ESA), financier (crédit provenant de la SODECOTON, appuis de ESA, aides des familles) et autres (séminaires de formations gratuits) apportées aux paysans. Près de 80% des producteurs enquêtés ont bénéficié au moins d'une de ces formes d'assistance. Cependant, cette assistance ne semble pas explicitement favoriser les aménagements, car 53,9% seulement des CE bénéficiant d'une quelconque assistance ont des aménagements dans leurs parcelles, alors que 54,8% (tout juste supérieur à la moyenne générale de 54,1%) des CE n'en bénéficiant pas ont au moins une parcelle aménagée.

Variables explicatives de l'adoption des aménagements et de son intensité

L'analyse descriptive sur l'adoption des techniques a montré que la variable intensité d'adoption est censurée² : une partie importante des agriculteurs (45,9 %) n'adopte pas les aménagements antiérosifs. Distinguer le fait d'adopter et l'intensité de cette adoption est donc nécessaire. Deux études économétriques sont réalisées successivement sur la probabilité d'adoption ou non, puis sur l'intensité d'adoption. A cet effet, deux niveaux de choix de la part des individus de l'échantillon peuvent être distingués : le premier, appelé équation de décision (ou de sélection) correspond au fait que la personne a décidé ou non d'adopter. Le second, appelé équation de niveau (ou de résultat) correspond à l'intensité de cette adoption. Le tableau 4 présente les facteurs candidats à l'explication de la probabilité d'adoption des aménagements ainsi que l'intensité de cette adoption.

² La variable intensité d'adoption est censurée (c'est à dire n'est pas observée) pour les 45,9% des CE qui n'adoptent pas les aménagements antiérosifs, et est observée (non censurée pour les 54,1% qui adoptent les aménagements).

Tableau 1: Les caractéristiques socio-personnelles

	Age			Ethnie							Religion			Sit Mat				Perception		Education		
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	1	2	3	4	1	2	1	2	3
% dans la pop	39,6	28,7	31,7	29,4	5,0	7,9	10,9	4,6	15,8	26,4	7,6	23,8	68,6	9,2	56,1	33,3	1,3	51,2	48,8	37	36	27,1
% adoptants	50,8	57,5	55,2	70,8	60,0	29,9	42,4	78,8	37,5	55,9	60,9	56,9	52,4	46,4	53,5	55,4	100	70,3	37,2	50,9	55	57,3

Source : Enquête

Age : Age <35 (1); Age [36,44[(2); Age >=45(3)

Ethnie : Toupouri (1) ; Massa(2) ; Moundang(3) ; Guiziga(4) ;Mafa (5) ;Guidar(6) ;Autres(7).

Religion : Musulman (1) ; Animiste (2) ; Chrétien (3).

Situation matrimoniale : Célibataire (1) ; Marié monogame (2) ; Marié polygame (3) ; Veuf, divorcé (4).

Perception de l'érosion : Oui (1) ; Non (2).

Education : Sans Niveau (1) ; Primaire (2) ; Secondaire et + (3).

Tableau 2: Les caractéristiques économiques

	Taille ménage			Revenu coton						Revenu non agricole						Accès au M		Surface Expl				Activités Sec	
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	1	2	3	4	1	2
% dans la pop	23,8	41,3	35,0	52,7	22,3	11,3	6,3	3,3	4,0	75,0	10,0	4,3	3,7	2,7	4,3	36,6	63,4	37,3	38	15,5	9,2	34,7	65,3
% adoptants	47,2	50,4	63,2	49,4	58,2	47,1	78,9	60,0	66,7	50,7	66,7	38,5	54,5	62,5	92,3	54,1	54,2	46	55,7	57,4	75	49,5	56,6

Source : Enquête

Taille ménage : Tm <5 (1) ; Tm [6,8[(2) ; Tm >=9.

Revenu coton : Revc <100 000 Fcfa (1) ; Revc [100 000,200 000[(2) ; Revc [200 000,300 000[(3) ; Revc [300 000,400 000[(4) ; Revc [400 000,500 000[(5) ; Revc >= 500 000 Fcfa (6).

Revenu non agricole : Revnagr <100 000 Fcfa (1) ; Revnagr [100 000,200 000[(2) ; Revnagr [200 000,300 000[(3) ; Revnagr [300 000,400 000[(4) ; Revnagr [400 000,500 000[(5); Revnagr >= 500 000 Fcfa (6).

Accès au marché : Oui (1) ; Non (2).

Surface exploitée : SF < 11 (1) ; SF [12,20[(2) ; SF [21,30[(3) ; SF > =31 (4).

Activité secondaire : Oui (1) ; Non(2).

Tableau 3: Caractéristiques institutionnelles

	Accès crédit		Tenure foncière					Assistance	
	1	2	1	2	3	4	5	1	2
% dans la pop	91,7	8,3	5,6	5,6	5,6	5,6	77,5	79,5	20,5
% adoptants	54,9	48,0	38,5	38,5	23,1	53,8	62,0	53,9	54,1

Source : Enquête

Accès au crédit : Oui (1) ; Non (2)

Tenure foncière : Succession (1) ; Location (2) ; Achat (3) ; Don (4) ; Droit de Hache (5).

Assistance : Oui (1) ; Non (2).

Tableau 4 : Variables candidates pour l'explication de l'adoption des aménagements antiérosifs ainsi que de l'intensité d'adoption.

Variables	Définitions
Variables dépendantes	
Adoption	1= si l'agriculteur adopte la technique agro-environnementale et 0 sinon
Intensité	Intensité ou proportion d'adoption (c'est la surface aménagée divisée par la surface totale)
Variables explicatives	
Variables socio-personnelles	
Age	L'âge en années du chef d'exploitation.
Age ²	Age au carrée.
Education	Niveau d'éducation du chef d'exploitation (dummy ordonnées si 0= sans niveau ; 1= primaire ; 2= secondaire et plus).
Situation matrimoniale	Situation matrimoniale (1= célibataire, 2= marié monogame, 3= marié polygame, 4= autres).
Perception	Perception des problèmes environnementaux tels que l'érosion des sols par les agriculteurs (1= si l'agriculteur perçoit bien les problèmes d'érosion sur ses parcelles et 0 sinon).
Religion	Variable qui mesure l'influence de l'appartenance à un groupe religieux sur des comportements d'adoption (si 1= chrétien ; 2= musulman ; 3= animiste).
Ethnie	Mesure l'influence du groupe ethnique sur les comportements d'adoption des exploitants (1=Toupouri, 2= Moundang 3=Massa, 4=Guiziga, 5=Mafa, 6=Guidar 7=Daba-Kola, 8=Autres).
Variables économiques	
Taille des ménages ou main d'œuvre	Nombre d'individus membre de la famille qui travaillent dans les champs
Revenu agricole	Revenu total du coton plus les revenus des autres cultures
Revenu non agricole	Revenu provenant des autres activités effectuées par les agriculteurs (Variable à niveau)
Accès au marché	Mesure la qualité du déplacement du champ au marché (1= si l'état de la route est bon et 0 sinon).
Durée d'adoption	Nombre d'années depuis l'adoption.
Activité secondaire	Activité en dehors de l'agriculture effectuée par l'agriculteur (1= si l'agriculteur effectue d'autres activités en dehors de l'agriculture, 0 sinon).
Variables institutionnelles	
Sécurité foncière	Le mode d'obtention de la parcelle (1= succession, 2= location, 3=Achat, 4=don, 5= droit de hache).
Assistance	Indique les formes de soutien (matériel, technique, financier) apporté aux agriculteurs (1= si assistance matériel, 2= si assistance technique, 3= si assistance financière).
Crédit	L'accessibilité au crédit (1= si l'agriculteur a accès au crédit et 0 sinon).

L'objectif de ce modèle est d'expliquer l'adoption et l'intensité d'adoption. Evidemment, cette intensité n'est observable que si l'exploitant a adopté les dispositifs d'aménagement antiérosif. Il est donc logique de penser à l'existence d'un biais de sélection et donc d'estimer le modèle par la méthode de Heckman en deux étapes. Le tableau 5 présente les valeurs des paramètres estimés et leur signification statistique ainsi que des indicateurs sur la robustesse des estimations économétriques des deux modèles d'adoption et d'intensité.

Les résultats des estimations du modèle montrent que le coefficient rho (coefficient de corrélation) est très faible (0,091). Il n'y a donc pas de corrélation entre les résidus (ensemble des erreurs qui proviennent des données de l'échantillon) issus du modèle probit et ceux issus

du modèle de régression linéaire. Il n'existe pas de biais de sélectivité et par conséquent, l'on aurait pu estimer les deux modèles séparément. Le modèle intègre aussi bien des variables qualitatives que des variables quantitatives. Les modalités des variables qualitatives significatives s'interprètent par rapport à la modalité de référence (mr) retenue.

Tableau 5 : Estimation du modèle Tobit par la méthode d'Heckman

Variables	Adoption		Intensité d'adoption	
	Coefficient	Significativité	Coefficient	Significativité
Variables socio-personnelles				
Age	0.056	0.172	0.012	0.558
Age ²	-0.001	-0.001	-0.0001	0.414
Education				
Sans niveau	mr			
Primaire	0.107	0.625	-0.202	0.022**
Secondaire	0.131	0.614	-0.045	0.672
Situation Matrimoniale				
Célibataire	mr			
Monogame	-0.007	0.982	0.100	0.453
Polygame	-0.270	0.425	-0.002	0.988
Autre statut	7.047	0	0.362	0.331
Perception Erosion				
Oui	1.172	0.000***	-0.097	0.662
Non	mr			
Religion				
Musulman	0.855	0.031**	0.041	0.849
Chrétien	-0.142	0.498	0.004	0.964
Animiste	mr			
Ethnie				
Toupouri	1.240	0.001***	-0.013	0.963
Massa	0.804	0.117	-0.227	0.391
Guiziga	0.342	0.411	0.131	0.516
Mafa	1.638	0.003***	0.059	0.864
Guidar	0.271	0.507	-0.285	0.133
Daba-Kola	-0.071	0.899	-0.048	0.865
Autres	0.349	0.361	-0.266	0.155
Moundang	mr			
Variables économiques				
MO familiale	0.037	0.073*	-0.002	0.842
Revagr			0.000	0.320
Revnagr			0.000	0.741
Acces	0.061	0.740	0.021	0.767
Durée			0.034	0.001***
Actsec	-0.118	0.534	0.043	0.584
Variables institutionnelles				
Secufonc				
Hache	0.949	0.002***	0.014	0.943
Location	0.195	0.487	-0.069	0.537
Succession	0.606	0.177	-0.442	0.021**
Achat	-0.297	0.223	-0.178	0.143
Don	0.286	0.351	0.161	0.247
Assistance				
Matériel	0.206	0.340	-0.061	0.505
Technique	-0.149	0.484	-0.035	0.706
Financière	-0.314	0.472	-0.073	0.655
Crédit	-0.027	0.932	0.069	0.578
Constante	-3.250	0.002	0.492	0.616
Nombre d'observations= 298 ; Observations censurées= 141 ; Observations non censurées= 157 ; Wald chi 2(60)= 134.10 ; Prob>chi2= 0.0000 ; rho=0.091 ; Sigma ³ =0.376. Ratio de Mills : Coefficient=0.34 ; significativité = 0.923. *** (**) [*] représentent les seuils de significativité à 1% (5%) [10%] respectivement. mr=modalité de référence				

Source: A partir de STATA 9.0

Sur l'ensemble des variables explicatives testées, cinq expliquent de manière significative l'adoption des aménagements antiérosifs par les CE en conformité avec les résultats de l'analyse descriptive : « Caractéristiques socio personnelles du CE », connaissance par le CE des problèmes d'érosion sur sa parcelle (+), religion musulmane (+), et ethnies Toupouri et Mafa (+) ;

³ Sigma représente l'écart type ; rho est le coefficient de corrélation, le ratio de Mills permet d'apprécier de l'existence ou non d'un biais de sélection dans l'adoption des aménagements.

«caractéristiques économiques du CE», main-d'œuvre (MO) familiale utilisée dans les exploitations (+) ;

« caractéristiques institutionnelles », tenure foncière à travers le droit de hache.

Sur l'ensemble des variables explicatives testées pour le modèle d'intensité, seules trois expliquent de manière significative l'intensité d'adoption des aménagements par les CE : le niveau d'instruction, le primaire notamment (-) pour la catégorie des variables «caractéristiques socio personnelles du chef d'exploitation» ; la durée des aménagements dans l'exploitation, le nombre d'années depuis l'adoption des aménagements jusqu'au moment de l'enquête (+), pour la catégorie des variables «caractéristiques économiques du chef d'exploitation» ; et la tenure foncière à travers l'obtention de la parcelle agricole par succession (-), pour la catégorie des variables « caractéristiques institutionnelles ».

Discussion et Conclusion

L'analyse économétrique confirme globalement les tendances observées lors de l'analyse statistique. La connaissance par le CE des problèmes d'érosion sur sa parcelle favorise l'adoption, ce qui rejoint l'étude de Krishna et al., (2008), qui en utilisant un modèle logit ont établi que les agriculteurs de la région centrale du Nepal conscients de ces problèmes sont plus aptes à investir dans des techniques de conservation des sols. De même, la taille du ménage appréhendée par la MO favorise l'adoption des aménagements, ce qui est semblable à de nombreux travaux empiriques antérieurs (Ervin et Ervin, 1982 ; Sidibé, 2005 ; Asrat et al. 2004 ; Illukpitiya et al. 2004) pour lesquels, un ménage à grande taille est plus disponible à investir dans les techniques de conservation des sols. Par contre, les revenus agricoles et non agricoles n'ont aucune influence sur l'adoption des aménagements. Par ailleurs, Adesina et al., (2000) révèlent que le revenu non agricole peut permettre aux agriculteurs de combler des coûts de capital nécessaires pour l'adoption des nouvelles techniques. Mais dans le cas présent, de telles conclusions ne sont pas vérifiées car le véritable coût des aménagements réside dans la MO et l'expertise (rémunération des agents villageois d'aménagements) qui est généralement supporté par les fonds du GP qui sollicite cette expertise. L'influence positive de la tenure foncière sur l'adoption des aménagements de conservation des sols retrouve les conclusions de bon nombres d'études (Asrat et al, 2004 ; Illukpitiya et al., 2004 ; Sidibé, 2005).

Les CE ayant le niveau primaire ont une intensité d'adoption 0,2 fois moins importante que celle de leurs homologues sans niveau d'instruction. D'après le modèle d'adoption ci-dessus, le niveau d'instruction n'explique pas l'adoption des aménagements. Cependant d'après le modèle d'intensité d'adoption, une fois que les CE ont adopté les aménagements, l'intensité d'adoption de ceux ayant le niveau primaire est en moyenne 0,2 fois moins importante que celle de leurs homologues sans niveau d'instruction. La population étudiée étant en majorité sous scolarisée (Tableau 1), l'accroissement des surfaces aménagées dépend aussi peut-être de l'aptitude du producteur à suivre les instructions des agents vulgarisateurs. Une fois les aménagements adoptés, les CE analphabètes semblent ne pas se poser de questions et suivent les instructions des agro-aménagistes à la lettre en augmentant chaque année les surfaces aménagées, contrairement à leurs homologues ayant le niveau primaire.

Par contre, la durée des aménagements chez un CE influence son intensité d'adoption. Ainsi, une année supplémentaire d'aménagement augmente l'intensité de 3% (0,03 fois plus). Teklewold et al., (2006) en utilisant également un modèle Tobit, concluent à l'influence positive de la durée d'une nouvelle technique sur l'intensité d'adoption. Le CE ayant observé au cours du temps les effets bénéfiques des aménagements dans son exploitation, a une forte propension à accroître la surface aménagée par rapport à la surface dont il dispose. L'accès à la propriété influence également l'intensité d'adoption chez le CE dans la mesure où le

modèle de régression montre que l'intensité d'adoption des exploitants ayant reçu leurs parcelles par succession est de 44 % inférieure à celle de leurs homologues n'ayant pas reçu leurs parcelles par succession. Ceci peut être dû à des résistances culturelles. En réalité dans la zone d'étude, les successeurs des terres n'ont pas toujours une aptitude et une volonté de valoriser leurs parcelles. Ce qui n'est pas le cas des CE ayant achetés et/ou défrichés (droit de hache) leurs parcelles. Ces derniers connaissant la valeur de leur terre et y investissent.

En définitive, les aménagements antiérosifs sont assez bien acceptés dans la région du bassin versant du lac Lagdo. Des variables socio personnelles du CE (connaissance des problèmes d'érosion, religion, ethnie), économiques (taille de la MO) et institutionnelles (tenure foncière) déterminent leur adoption des aménagements antiérosifs. L'intensité d'adoption est expliquée par le niveau d'instruction des agriculteurs, la durée des aménagements dans les parcelles et la sécurité foncière. Cette évaluation de l'adoption des aménagements antiérosifs permet donc d'identifier les facteurs socio personnels, économiques, et institutionnelles qui caractérisent les CE et de dégager les indicateurs d'évaluation de la technique des aménagements antiérosifs.

La méthode d'évaluation de l'adoption des aménagements antiérosifs utilisée dans cette étude s'appuie sur le modèle d'adoption individuel des ménages agricoles qui se concentre à identifier chez les chefs d'exploitation les facteurs socio-personnels, économiques et institutionnels qui influencent leurs décisions d'adoption des aménagements antiérosifs. La démarche consiste à observer certaines variables au niveau des CE susceptibles d'expliquer leur décision d'adoption de la technique des aménagements antiérosifs et l'intensité de cette adoption. Dans un premier temps on procède à l'analyse descriptive des dites variables candidates à l'explication. Ensuite, une estimation économétrique du modèle Tobit permet d'identifier parmi les variables candidates de l'analyse descriptive celles qui sont significatives, c'est-à-dire qui expliquent l'adoption des aménagements d'une part et l'intensité de cette adoption d'autre part. Il s'ensuit d'après cette démarche que l'adoption des aménagements antiérosifs ainsi que l'intensité d'adoption s'apprécie à l'aune des facteurs tels que l'appartenance à un groupement communautaire, le groupe religieux dans le cas présent ; la formation des CE à la connaissance des problèmes de leurs parcelles (érosion, inondation) ; la nécessité d'une MO suffisante ; la propriété des terres exploitées; la durée (la pérennité) des dispositifs mis en place et le niveau d'instruction.

La caractérisation de l'adoption des aménagements antiérosifs par les CE ouvre un pan de voile sur l'impact socio-économique de ces aménagements sur les ceux-ci, dans le but de mesurer l'apport des projets de conservation des sols dans la préservation du capital sol d'une part et dans la lutte contre la pauvreté en zone soudano-sahélienne d'autre part.

Références bibliographiques

Adesina A.A., Mbila D., Nkamleu G.B., Endamana D., 2000.- Economic analysis of the determinants of adoption of alley farming by farmers in the forest zone of southwest Cameroon. *Agric. Eco. and Env.*, **80**: 255–265.

Asrat P., Belay K., Hamito D., 2004.- Determinants of farmer's willingness to pay for soil conservation practices in the southeastern Highlands of Ethiopia. *Land Degr. and Dev.*, **15** : 423-438.

BaBoulé Z.B., Roose E., Bep a Ziem B., Semon K., Waechter F., 1993.- Effets des techniques culturales sur le ruissellement, l'érosion et la production de coton et de maïs sur un sol ferrugineux tropical sableux, Recherche de système de culture intensifs et durable en région soudanienne en Nord Cameroun, (Mbissisi, 1990-1992), Cah. ORSTOM, Série Pédologique, **27** (2) : 309-325.

ECAM 3, 2008.- Troisième enquête camerounaise auprès des ménages : tendances, profil et déterminants de la pauvreté au Cameroun entre 2001-2007, Institut National de la Statistique (INS).

Ervin C.A., Ervin D.E., 1982.- Factors affecting the use of soil conservation practices: hypothesis, evidence and policy implication. *Land Eco.*, **58** (3):277-292.

Garcia Y.T., 2001.- Analysis of Farmer decision to adopt soil conservation technology in Argao. R. A.

He F.X., Cao H., Li F.M., 2007.- Econometric analysis of the determinants of adoption of rainwater harvesting and supplementary irrigation technology (RHSIT) in the semiarid Loess Plateau of China. *Agric. Water Magmt.*, **80**:243–250.

Heckman J. 1979.- Sample Selection Bias as a Specification Error. *Econometrica*, **47**: 153-161.

Illukpitiya P., Gopalakrishnan C., 2004.- Décision making in soil conservation: application of a behavioral model to potato farmers in Sri Lanka. *Land Use Policy*, **21** : 321-331.

Kossoumna Liba'a N., Havard M., 2006.- Mutations de la filière cotonnière dans les provinces septentrionales du Cameroun. Perception et stratégies paysannes. *Cah. de Géog. du Québec*, **50** (139) : 65-82.

Krishna R., Tiwari Bishal K., Sitaula Ingrid L., Nyborg Giridhari P., Paudel S., 2008.- Determinants of Farmers' Adoption of Improved Soil Conservation Technology in a Middle Mountain Watershed of Central Nepal. *Env. Magment.*, DOI 10.1007/s00267-008-9137-z.

Mbaga-Semgalawe Z., Folmer H. 2000.- Household adoption behavior of improved soil conservation: the case of the North Pare and West Usambara Mountains of Tanzania. *Land Use Policy* **17**:321–336.

M'biandoun M., Olina J.P., 2007.- Savoir paysan et fertilité des terres au Nord-Cameroun, *Cah. Agric.*, **16**(3): 185-197.

Paudel G.S., Thapa G.B., 2001.- Changing farmers' land management practices in the Hills of Nepal. *Env. Manag.*, **28**:789–803.

Rogers E.M., Shoemaker F.F., 1971.- Communication of innovations. Free Press, New York.

Seugé C., 2004.- Gestion des ressources naturelles et des espaces : conditions d'adoption des Systèmes de Culture sous couverture Végétale par les agriculteurs migrants du bassin de la Bénoué (Nord-Cameroun), Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master of Science Développement Agricole Tropicale option Agronomie et Innovation en Milieu Rural.

Sidibe A., 2005.- Farm-level adoption of soil and water conservation techniques in northern Burkina Faso. *Agric. Water Manag.*, **71**:211–224.

Teklewold H., Dadi L., Yami A., Dana N., 2006.-, Determinants of adoption of poultry technology: a double-hurdle approach. *Livest. Res. for Rural Dev.*, **3**.

Tobin J., 1958).- Estimation of Relationship for Limited Dependent Variables. *Econometrica*, **26**: 24-36.

Remerciements:

Les auteurs remercient la coordination du Projet Eau-Sol-Arbre (ESA) de Garoua, pour la mise en œuvre des moyens financiers et matériels nécessaires, ainsi que la Mission d'Etudes pour l'Aménagement et le Développement de la Province du Nord (MEADEN), sans qui ce travail n'aurait pu être mené à son terme.